

10/558621

IAP9 Rec'd PCT/PTO 28 NOV 2005

DOCKET NO.: 280759US0PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Hubert MORICEAU, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR04/50212

INTERNATIONAL FILING DATE: June 3, 2004

FOR: METHOD FOR PRODUCTION OF A VERY THIN LAYER WITH THINNING BY MEANS OF INDUCED SELF-SUPPORT

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
France	03 50207	06 June 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/FR04/50212. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Surinder Sachar*

\_\_\_\_\_  
Norman F. Oblon  
Attorney of Record  
Registration No. 24,618  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

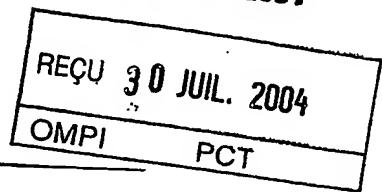
22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

**BEST AVAILABLE COPY**



PCT-FR 2004/050212  
-7 JUIN 2004



# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

27 AVR. 2004

Fait à Paris, le

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

#### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété Intellectuelle-livreVI

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Jean LEHU BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B 14268.3 JL DD 2449	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>		
Demande de brevet		
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>		
PROCEDE D'OBTENTION D'UNE COUCHE TRES MINCE PAR AMINCISSEMENT PAR AUTO-PORTAGE PROVOQUE		
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>	Pays ou organisation	Date
<b>4-1 DEMANDEUR</b>	N°	
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33, rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème France France Etablissement Public de Caractère Scientifique, technique et Ind	
<b>5A MANDATAIRE</b>		
Nom Prénom Qualité Cabinet ou Société Rue Code postal et ville N° de téléphone N° de télécopie Courrier électronique	LEHU Jean Liste spéciale: 422-5 S/002, Pouvoir général: 7068 BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 01 53 83 94 00 01 45 63 83 33 brevets.patents@brevalex.com	
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>		
Texte du brevet Dessins Pouvoir général	Fichier électronique textebrevet.pdf dessins.pdf	Pages 18 3
		Détails D 14, R 3, AB 1 page 3, figures 13

**7 MODE DE PAIEMENT**

Mode de paiement	Prélèvement du compte courant
Numéro du compte client	024

**8 RAPPORT DE RECHERCHE**

Etablissement immédiat

**9 REDEVANCES JOINTES**

	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt	EURO	0.00	1.00	0.00
063 Rapport de recherche (R.R.)	EURO	320.00	1.00	320.00
Total à acquitter	EURO			320.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
 Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

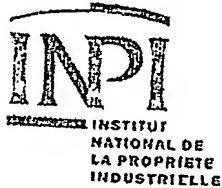
Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)





## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

### Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

<b>DATE DE RECEPTION</b>	6 juin 2003	
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0350207	
<b>Vos références pour ce dossier</b>	B 14268.3 JL DD 2449	
<b>DEMANDEUR</b>		
Nom ou dénomination sociale	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Nombre de demandeur(s)	1	
Pays	FR	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b>		
PROCEDE D'OBTENTION D'UNE COUCHE TRES MINCE PAR AMINCISSEMENT PAR AUTO-PORTAGE PROVOQUE		
<b>DOCUMENTS ENVOYES</b>		
package-data.xml	Requetefr.PDF	fee-sheet.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	textebrevet.pdf
FR-office-specific-info.xml	application-body.xml	request.xml
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	
<b>EFFECTUE PAR</b>		
Effectué par:	J.Lehu	
Date et heure de réception électronique:	6 juin 2003 14:22:31	
Empreinte officielle du dépôt	E2:55:84:E4:42:A1:E2:F4:E8:11:F8:D7:9E:3F:C9:D3:29:19:D7:B4	

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
 INSTITUT 28 bts, rue de Saint Petersbourg  
 NATIONAL DE 75800 PARIS cedex 08  
 LA PROPRIETE Télephone : 01 63 04 63 04  
 INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 03 59 30

PROCEDE D'OBTENTION D'UNE COUCHE TRES MINCE PAR  
AMINCISSLEMENT PAR AUTO-PORTAGE PROVOQUE

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un procédé d'obtention d'une couche mince sur un substrat, permettant notamment l'obtention d'une couche très fine, typiquement inférieure à 0,1 µm.

10 Elle s'applique en particulier à la réalisation d'une structure de type SOI.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Le document FR-A-2 681 472 (correspondant 15 au brevet américain N° 5 374 564) divulgue un procédé d'obtention d'une couche mince de silicium sur un support pour fournir un substrat de type SOI. Le procédé comprend une première étape consistant à planter un substrat de silicium ou substrat initial 20 par des ions, par exemple des ions hydrogène, pour obtenir une zone fragilisée délimitant, par rapport à la face d'implantation du substrat, une couche mince de silicium. Au cours d'une deuxième étape, un raidisseur ou substrat final est fixé sur la face implantée du 25 substrat initial. La troisième étape consiste à réaliser une séparation de la structure empilée obtenue, au niveau de la zone fragilisée. La séparation procure une couche mince de silicium transférée sur un support, le reste du substrat initial étant

réutilisable. Ce procédé est notamment connu sous le nom de Smart Cut®.

Ce procédé permet de réaliser une structure empilée par collage, par exemple par collage moléculaire, supportant une couche mince monocrystalline ou polycristalline. Il donne de très bons résultats pour obtenir des transferts de couches minces jusqu'à des épaisseurs aussi fines que 0,1 µm. Cependant, l'obtention de couches minces très fines (typiquement d'épaisseur inférieure à 0,1 µm) peut poser des problèmes dus à l'apparition de défauts, par exemple des cloques, à partir de l'interface de collage.

Une solution pour obtenir des couches minces très fines est d'obtenir d'abord une couche mince plus épaisse puis de retirer le surplus de matériau jusqu'à obtenir l'épaisseur voulue. Cependant, un retrait trop important par les techniques classiques (polissage mécano-chimique ou CMP, traitement thermique, attaque chimique, gravure ionique,...) dégrade l'homogénéité en épaisseur de la couche mince. Cette dégradation est d'autant plus marquée que l'épaisseur à retirer est importante. La qualité, mesurée en termes d'homogénéité en épaisseur de la couche transférée, est donc dégradée par rapport à celle qui peut être obtenue par le procédé Smart Cut®.

Un autre problème existe lorsque les matériaux constituant les couches à amincir ont des propriétés qui rendent difficile l'aminissement CMP. C'est le cas par exemple de matériaux trop durs tels que le saphir, le SiC, le diamant. C'est aussi le cas

de structures où le collage utilisé pour l'empilement ne permet pas d'utiliser de telles techniques. Par exemple, lorsque l'énergie de collage est trop faible, le CMP ou des gravures chimiques humides ne sont pas 5 utilisables.

La voie de l'exfoliation pure, générée par exemple par implantation et par traitement thermique à haute température et sans raidisseur (approche que l'on retrouve dans le brevet américain N° 6 103 599) risque 10 de laisser une rugosité trop forte pour être récupérable par CMP, recuit hydrogène ou tout autre traitement de surface connu. Ainsi, le phénomène de cloques éclatées (exfoliation) peut laisser en surface des morphologies très difficiles à enlever. On peut 15 assimiler ces cloques éclatées à des successions de marches à des fréquences faibles (largeurs typiques de l'ordre de dizaines de  $\mu\text{m}$ ).

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

20 Pour remédier à ce problème, il est proposé un procédé dans lequel on transfère, sur le support désiré, une couche relativement épaisse de matériau à transférer, puis on l'amincit par implantation et fracture assistée par la présence d'une couche 25 supplémentaire fixée sur cette couche épaisse. On obtient ainsi une couche très mince de bonne qualité sur ledit support.

30 L'invention a donc pour objet un procédé d'obtention d'une couche mince en un premier matériau sur un substrat en un deuxième matériau dit substrat final, comprenant les étapes suivantes :

- fixation d'une couche épaisse de premier matériau sur le substrat final selon une interface,
  - implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau pour créer une zone fragilisée délimitant, entre l'interface et la zone fragilisée, ladite couche mince,
  - dépôt sur la couche épaisse de premier matériau d'une couche d'un troisième matériau dite couche d'auto-portage,
- 10 - fracture au sein de la structure constituée par le substrat final, la couche épaisse de premier matériau et la couche de troisième matériau, au niveau de la zone fragilisée pour fournir le substrat supportant ladite couche mince.
- 15 On obtient ainsi une couche très mince par rapport aux ordres de grandeur des couches transférées classiquement par le procédé Smart Cut® et ce sans problème de bulles au niveau de l'interface et avec une bonne homogénéité d'épaisseur.
- 20 L'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau peut être réalisé par une ou plusieurs implantations d'espèces gazeuses, identiques ou différentes, choisies parmi des espèces telles que, par exemple, l'hydrogène ou l'hélium.
- 25 La couche épaisse de premier matériau peut être composée d'un ou de plusieurs matériaux. Elle peut être une couche délimitée dans un substrat initial au cours d'une étape d'implantation d'espèces gazeuses permettant de créer une zone fragilisée dans le substrat initial, une étape de fracture entre la couche épaisse du premier matériau et le reste du substrat

initial étant effectuée après l'étape de fixation de la couche épaisse de premier matériau sur le substrat final.

5 L'implantation d'espèces gazeuses dans le substrat initial peut être une implantation d'ions hydrogène.

10 Selon un premier mode de réalisation, l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau est effectuée après la fracture entre la couche épaisse de premier matériau et le reste du substrat initial.

15 Selon un deuxième mode de réalisation, l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau est effectuée avant l'étape de fixation de la couche épaisse de premier matériau sur le substrat final. D'une façon générale, les implantations sont réalisées de telle sorte que la première fracture (dans le substrat initial) ne gêne pas la deuxième fracture (au sein de la couche épaisse). Par exemple, si les étapes de fracture sont réalisées par traitement thermique, les étapes 20 d'implantation d'espèces gazeuses sont effectuées dans des conditions telles que la fracture entre la couche épaisse de premier matériau et le reste du substrat initial est obtenue à une température inférieure à la température de fracture de ladite structure.

25 Avantageusement, la fixation de la couche d'auto-portage sur la couche épaisse de premier matériau est réalisée par un dépôt dudit troisième matériau sur la couche épaisse de premier matériau.

La fixation de la couche épaisse de premier matériau sur le substrat final peut être obtenue par un collage par adhésion moléculaire.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- 10 - les figures 1A à 1F sont des vues en coupe transversale illustrant un premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- 15 - les figures 2A à 2F sont des vues en coupe transversale illustrant un deuxième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- 16 - la figure 3 est un diagramme explicatif.

#### EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

20 Les figures 1A à 1F illustrent un premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour l'obtention d'une couche mince de silicium sur un support. Bien entendu, la technique décrite peut être appliquée à d'autres matériaux que le silicium comme par exemple le SiC, le germanium, les matériaux III-V et IV-IV, les nitrides (comme GaN), ou encore d'autres matériaux cristallins, ces matériaux étant pris seuls ou en combinaison.

25 La figure 1A montre un substrat initial en silicium 10, comportant en surface une couche d'oxyde 19 d'environ 0,05 µm typiquement, dont l'une des faces

principales, la face oxydée 11, est soumise à un bombardement ionique uniforme afin de créer une zone fragilisée 12 à une distance déterminée de la face 11. L'implantation est réalisée au moyen d'ions hydrogène accélérés avec une énergie élevée (par exemple 210 keV) afin de créer la zone fragilisée 12 assez profondément par rapport à la face bombardée 11. On délimite ainsi, entre la face 11 et la zone fragilisée 12, une couche 13 d'épaisseur voisine de 1,9 µm, le reste du substrat initial portant la référence 14. La couche 13 peut être appelée couche épaisse. La dose d'ions implantés est choisie conformément au procédé Smart Cut® pour obtenir par la suite une fracture, au niveau de la zone fragilisée, par exemple par un traitement thermique. Le traitement thermique peut être assisté ou remplacé par un traitement mécanique. Par simplification, on parlera par la suite globalement d'un traitement thermique.

La figure 1B montre la fixation de la face 11 du substrat initial 10 sur une face 21 du substrat final 20. La fixation est par exemple obtenue par collage par adhésion moléculaire.

La structure obtenue est alors soumise à un traitement thermique à une température d'environ 480°C. Ce traitement thermique provoque une fracture de la structure au niveau de la zone fragilisée. Après enlèvement du reste 14 du substrat initial on obtient la structure empilée montrée à la figure 1C et comprenant le substrat final 20 auquel adhère la couche épaisse 13 de 1,9 µm d'épaisseur. La couche épaisse 13 présente une face libre 15.

La structure peut en outre être soumise à un traitement thermique pour renforcer son interface de collage. Par exemple, un tel traitement sera effectué à environ 1100°C pendant environ 2 heures.

5 La face 15 peut être soumise à un traitement de surface (par CMP, recuit hydrogène,...) afin de supprimer la rugosité qu'elle pourrait présenter. Par exemple, une réduction d'épaisseur par CMP de l'ordre de 50 nm permet de conserver une bonne  
10 homogénéité d'épaisseur de la couche épaisse.

Une variante peut consister à déposer ou générer thermiquement une fine couche d'oxyde, par exemple de l'ordre de 0,2 µm.

15 Une seconde implantation ionique est alors effectuée, par exemple par des ions hydrogène. C'est ce que montre la figure 1D. L'énergie d'implantation mise en œuvre est par exemple de 185 keV et la dose d'ions est choisie pour obtenir par la suite une fracture, au niveau de la zone fragilisée 16 ainsi obtenue, par  
20 exemple par un traitement thermique. La zone fragilisée 16 est située à une profondeur d'environ 1,5 µm par rapport à la face 15. Elle sépare la couche épaisse 13 en deux sous-couches 17 et 18, la sous-couche 17 constituant la couche mince désirée.

25 On réalise ensuite sur la face 15 un dépôt d'une couche 1 dite couche d'auto-portage, comme le montre la figure 1E. Il peut s'agir d'une couche d'oxyde de silicium, d'une épaisseur de 4µm, déposée par PECVD.

Dans le cas où l'on a déposé ou générée, avant la seconde implantation, une fine couche d'oxyde, on vient ici compléter cette couche.

Un traitement thermique peut alors être effectué pour obtenir la fracture, par exemple un recuit isotherme à 600°C. C'est ce que montre la figure 1F. La structure est séparée en une première partie constituée d'un bicouche auto-porté, comprenant la couche d'auto-portage 1 et la sous-couche 18, et une deuxième partie comprenant le substrat final 20 auquel adhère la couche mince 17 par l'intermédiaire de la couche d'oxyde 19. Le bicouche est éventuellement réutilisable.

Le substrat final 20 et la couche mince 17 peuvent alors subir une étape de nettoyage, des étapes d'amincissement de la couche mince et de stabilisation classiques illustrées par exemple dans le document FR-A-2 777 115, dans l'ordre et la combinaison optimale actuelle. La couche mince de silicium peut alors avoir une épaisseur voisine de 100 nm.

Le substrat final utilisé peut être de nature variée. Il peut être en matériau semiconducteur, en matériau isolant ou constitué d'un empilement (par exemple un substrat de silicium recouvert d'une couche d'oxyde de silicium).

Les figures 2A à 2F illustrent un deuxième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour l'obtention d'une couche mince de silicium sur un support.

La figure 2A montre un substrat initial 30 en silicium dont l'une des faces principales, la face

31, est soumise à un bombardement ionique uniforme afin de créer une zone fragilisée 32 à une distance déterminée de la face 31. Cette face pourrait être pourvue également d'une couche d'oxyde, par exemple de 5 quelques nanomètres d'épaisseur. Comme pour le premier mode de mise en œuvre de l'invention, l'implantation peut être réalisée par des ions hydrogène d'une énergie de 210 keV. L'implantation délimite entre la face 31 et la zone fragilisée 32, une couche épaisse 33 10 d'épaisseur voisine de 1,9 µm. Le reste du substrat initial porte la référence 34.

L'étape suivante, représentée à la figure 2B, consiste à réaliser une deuxième implantation ionique au travers de la face 31. Cette deuxième implantation est moins profonde que la première et moins dosée. L'énergie d'implantation peut être de 15 l'ordre de 50 keV. Elle permet de créer une zone fragilisée 36 à l'intérieur de la couche épaisse 33. La zone fragilisée 36 délimite, par rapport à la face 31, 20 une couche mince 37. Le reste de la couche épaisse 33, ou sous-couche, porte la référence 38.

La figure 2C montre la fixation de la face 31 du substrat initial 30 sur une face 41 du substrat final 40 comportant en surface une couche d'oxyde 42 de 25 0,05 µm d'épaisseur typiquement. La fixation peut être obtenue par adhésion moléculaire.

La structure obtenue est alors soumise par exemple à un traitement thermique à une température relativement basse, par exemple 430°C, pour obtenir une 30 fracture au niveau de la première zone fragilisée, c'est-à-dire la zone 32. Les conditions d'implantation

des deux zones fragilisées ont été prévues pour ne pas générer de fracture, voire d'exfoliation, dans la deuxième zone fragilisée. L'avantage d'avoir réalisé la deuxième implantation avant le transfert de la couche 5 épaisse est que, de ce fait, cette deuxième implantation est moins profonde et réalisée à travers une surface normalement de bonne qualité (meilleure que celle d'une face obtenue par fracture). Ceci permet donc d'obtenir une zone fragilisée plus faible et donc 10 une rugosité après fracture finale également plus faible. La structure obtenue est représentée à la figure 2D.

A ce stade du procédé, l'étape de traitement de surface peut être supprimée dans la 15 mesure où on peut faire le dépôt de la couche d'auto-portage directement. Toutefois, un traitement de surface minimum peut être effectué pour supprimer tout ou partie de la rugosité. Il peut s'agir d'un CMP, d'un 20 recuit par exemple sous hydrogène ou tout autre atmosphère compatible connue de l'homme du métier, d'une attaque chimique humide ou d'une gravure ionique. Le traitement de surface permet un retrait de quelques nm à quelques dizaines de nm, conservant ainsi une 25 bonne homogénéité en épaisseur. Ce traitement de surface minimum permet, dans le cas d'une couche d'auto-portage en  $\text{SiO}_2$ , d'avoir une interface Si-  $\text{SiO}_2$  enterrée peu rugueuse.

On réalise ensuite sur la couche épaisse 33 un dépôt d'une couche 2 dite couche d'auto-portage 30 comme le montre la figure 2E. Comme précédemment, il

peut s'agir d'une couche d'oxyde de silicium, d'une épaisseur de 4  $\mu\text{m}$ , déposée par PECVD.

Un traitement thermique peut alors être effectué pour obtenir la fracture, par exemple un 5 recuit isotherme à 600°C. C'est ce que montre la figure 2F. La structure est séparée en une première partie constituée d'un bicouche auto-porté, comprenant la couche d'auto-portage 2 et la sous-couche 38, et une deuxième partie comprenant le substrat final 40 auquel 10 adhère la couche mince 37 par l'intermédiaire de la couche d'oxyde 42. Le bicouche est éventuellement réutilisable.

15 Comme précédemment des étapes de nettoyage et de finition peuvent être effectuées sur la structure empilée obtenue.

20 Ces deux modes de réalisation laissent suggérer que certaines étapes peuvent être combinées et/ou interverties. Par exemple, on peut déposer tout ou partie de la couche d'auto-portage et effectuer la deuxième implantation après ce dépôt. Dans ce cas, l'énergie d'implantation est corrigée pour en tenir compte.

25 La couche auto-portée peut être en oxyde de silicium ou en d'autres matériaux, comme par exemple  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiO}_x$ ,  $\text{Si}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_x\text{N}_y\text{O}_z$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiC}$ , le saphir, le diamant, etc...

30 L'épaisseur de la couche auto-portée peut être prévue à partir d'expérimentations. Dans le cas d'une couche auto-portée en  $\text{SiO}_2$  déposée sur une couche épaisse en silicium, l'expérimentation suivante a été réalisée pour évaluer l'effet de l'épaisseur d'oxyde

déposé sur la température de recuit, épaisseur nécessaire pour obtenir la fracture de la couche de silicium auto-portée. Les conditions d'implantation étaient les suivantes : énergie d'implantation 76 keV, 5 dose d'implantation  $6.10^{16}$  ions  $H^+$ /cm<sup>2</sup> au travers d'un film de protection en  $SiO_2$  de 400 nm d'épaisseur.

La figure 3 est un diagramme dont l'axe des ordonnées représente l'épaisseur  $e$  du dépôt de  $SiO_2$  et l'axe des abscisses la température  $T$  de recuit. La 10 courbe représentée sur ce diagramme délimite la zone où on obtient un transfert de la couche de silicium auto-portée (la zone située au-dessus de la courbe) de la zone où il se produit un « cloquage » de la couche de silicium (la zone située en-dessous de la courbe).

15 De ce diagramme, on peut conclure que la température de séparation (ou de fracture) avec transfert d'un bicouche auto-porté dépend effectivement de l'épaisseur d'oxyde déposé. La température est d'autant plus élevée que l'épaisseur d'oxyde est fine. 20 En fait, il faut ajouter à cette épaisseur d'oxyde, l'épaisseur de la couche de silicium fracturée. On peut donc en particulier en déduire l'épaisseur minimum de couche d'oxyde nécessaire pour que la fracture soit induite à une certaine température. Il apparaît donc 25 que pour 4  $\mu m$  d'oxyde déposé, l'épaisseur « seuil » de fracture à 600°C est dépassée.

Il est donc possible de contrôler la procédure d'amincissement par le contrôle de l'épaisseur de la couche d'auto-portage déposée, 30 évitant ainsi les phénomènes de « cloquage » et

d'exfoliation induits pour une épaisseur de couche déposée inférieure à l'épaisseur « seuil ».

## REVENDICATIONS

1. Procédé d'obtention d'une couche mince en un premier matériau (17, 37) sur un substrat en un deuxième matériau dit substrat final (20, 40), comprenant les étapes suivantes :
  - fixation d'une couche épaisse de premier matériau (13, 33) sur le substrat final (20, 40) selon une interface,
  - 10 - implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau (13, 33) pour créer une zone fragilisée (16, 36) délimitant, entre l'interface et la zone fragilisée, ladite couche mince (17, 37),
  - 15 - dépôt sur la couche épaisse de premier matériau (13, 33) d'une couche d'un troisième matériau dite couche d'auto-portage (1, 2),
    - fracture au sein de la structure constituée par le substrat final (20, 40), la couche épaisse de premier matériau (13, 33) et la couche de troisième matériau (1, 2), au niveau de la zone fragilisée (16, 36) pour fournir le substrat supportant ladite couche mince.
- 25 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau (13, 33) est réalisée par une ou plusieurs implantations d'espèces gazeuses identiques ou différentes.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdites espèces gazeuses sont choisies parmi l'hydrogène et l'hélium.

5 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche épaisse de premier matériau (13, 33) est une couche délimitée dans un substrat initial (10, 30) au cours d'une étape d'implantation d'espèces gazeuses permettant de créer 10 une zone fragilisée (12, 32) dans le substrat initial, une étape de fracture entre la couche épaisse de premier matériau (13, 33) et le reste (14, 34) du substrat initial étant effectuée après l'étape de 15 fixation de la couche épaisse de premier matériau (13, 33) sur le substrat final (20, 40).

20 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'implantation d'espèces gazeuses dans le substrat initial est une implantation d'ions hydrogène.

25 6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau (13) est effectuée après la fracture entre la couche épaisse de premier matériau et le reste (14) du substrat initial.

30 7. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau

(33) est effectuée avant l'étape de fixation de la couche épaisse de premier matériau sur le substrat final (40).

5                   8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les étapes de fracture étant réalisées par un traitement thermique, les étapes d'implantation d'espèces gazeuses sont effectuées dans des conditions telles que la fracture entre la couche épaisse de premier matériau (33) et le reste (34) du substrat initial (30) est obtenue à une température inférieure à la température de fracture de ladite structure.

10                 15                   9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la fixation de la couche épaisse de premier matériau (13, 33) sur le substrat final (20, 40) est obtenue par un collage par adhésion moléculaire.

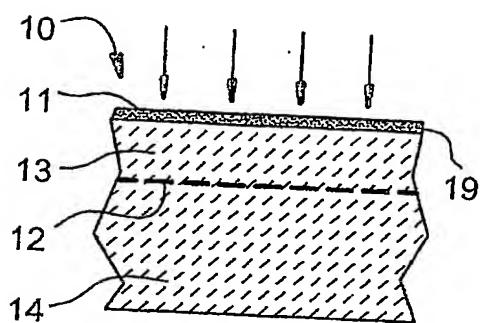


FIG. 1A

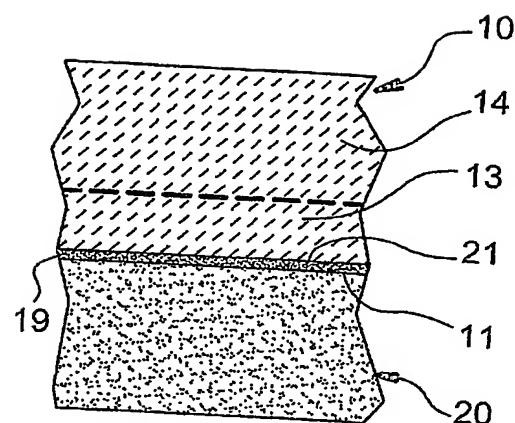


FIG. 1B

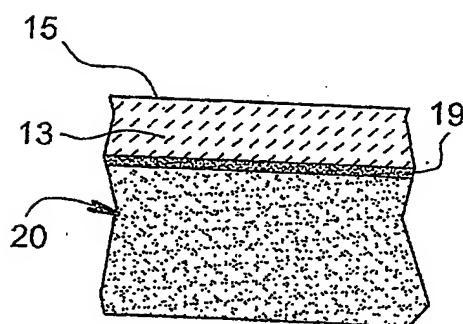


FIG. 1C

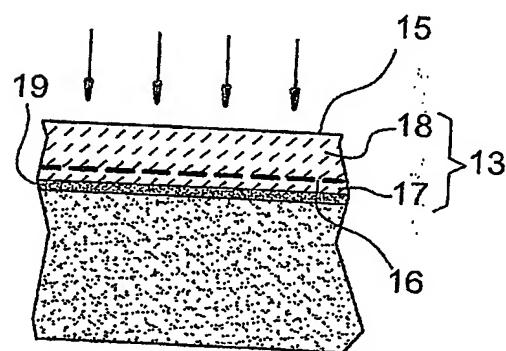


FIG. 1D

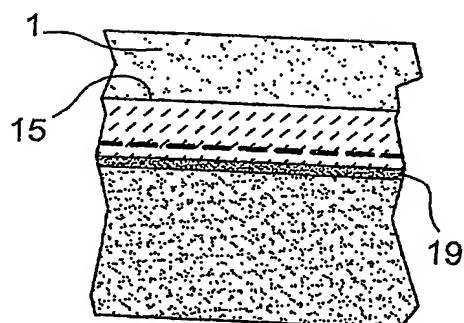


FIG. 1E

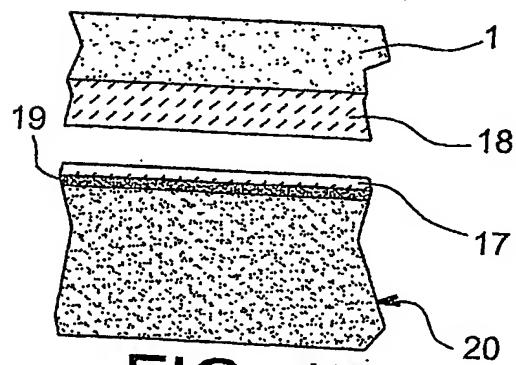


FIG. 1F

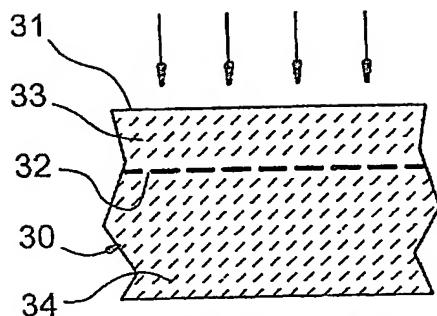


FIG. 2A

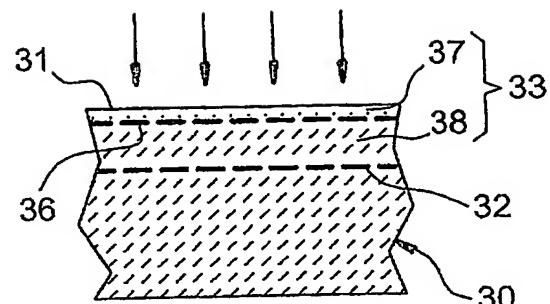


FIG. 2B

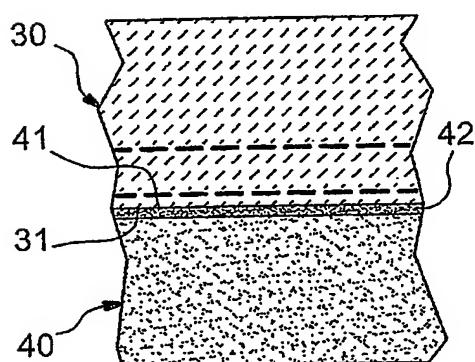


FIG. 2C

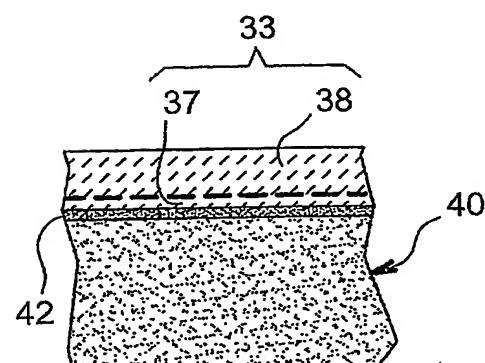


FIG. 2D

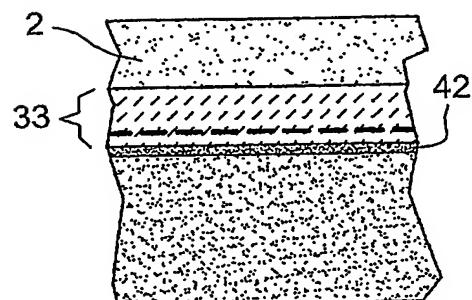


FIG. 2E

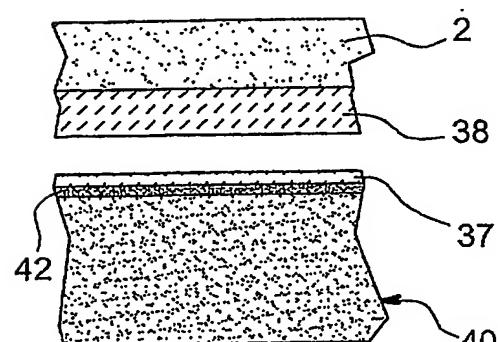


FIG. 2F

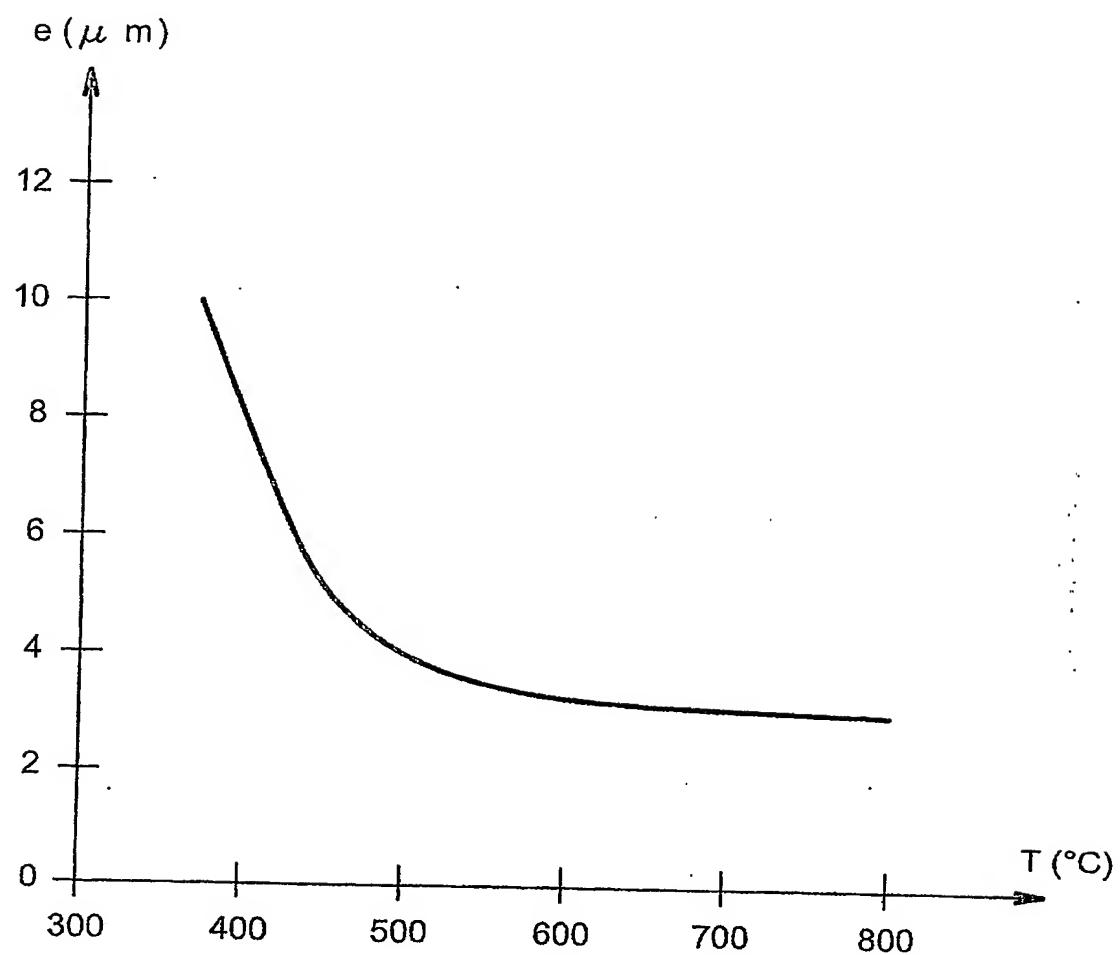


FIG. 3



**PCT/FR2004/050212**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**